

закрепленную вертикально на тонкой упругой балке. Возможно определение рельефа поверхности с разрешением **от десятков ангстрем вплоть до атомарного**. Можно исследовать как проводящие, так и непроводящие поверхности. Ввиду способности не только сканировать, но и манипулировать атомами, назван силовым.

Техническая реализация: на кончик балки, несущей кантилевер, направлен луч лазера, отражающийся от поверхности и поступающий в центр регистрирующего устройства, разбитого на четыре сектора, что мы и видим на рис. 3. В зависимости от изменения силы взаимодействия «кантилевер — поверхность», происходит изгиб балки, несущей зонд, и луч лазера отклоняется от центральной позиции в один из секторов детектора. Система обратной связи изменяет положение кантилевера, возвращая его (и лазер тоже) в «нулевое» центральное положение. Таким образом, регистрируя сдвиг кантилевера, необходимый для возврата лазера в «нулевую» точку, система измеряет топологию поверхности [2].

Область применения: метод применяется для анализа отказов, определения химического состава образцов, изучения топологии поверхности.

#### Список литературы

1. Костюченко В. Акустическая микроскопия: выявление скрытых дефектов в микроэлектронике // Наноиндустрия. 2012. Т. 33, № 3. С. 42–47.
2. Исследование топологии интегральных микросхем методом атомно-силовой микроскопии / Пилипенко В. А. и др. // Вестн. БГУ. 2012. Сер. 1. № 1. С. 17–20.

УДК 004.056:343.98

И. Р. Зулькарнеев, М. Г. Карпов,  
В. О. Нестор, Д. Ю. Семенов

Научный руководитель: ст. преп. И. Р. Зулькарнеев  
Тюменский государственный университет, Тюмень

#### КОНЦЕПЦИЯ АППАРАТНОГО КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОГО ДУБЛИКАТОРА ДАННЫХ

*Аннотация.* В данной статье авторами поднимается вопрос о возможности и целесообразности реализации аппаратного дубликатора данных пригодного для проведения криминалистических экспертиз. Определены основные проблемы и методы их решения. Проведен сравнительный анализ программных микроконтроллеров по заявленным критериям. Сделан вывод о возможности и необходимости создания подобного дубликатора.

*Ключевые слова:* компьютерно-техническая экспертиза; форензика; микроконтроллеры; дубликаторы; блокираторы записи.

При производстве компьютерно-технической экспертизы (КТЭ) необходимо следовать юридически закреплённым требованиям, регламентирующим данную деятельность. Одно из таких требований — сохранение целостности объектов исследования [1], к числу которых относятся хранимые на накопителях на жестких магнитных дисках (НЖМД) данные. Обеспечить выполнение данного требования возможно с использованием следующих методов, имеющих как программную, так и аппаратную реализацию: исследование устройства с применением блокиратора записи; создание полной (посекторной) копии данных исследуемого устройства.

Аппаратные блокираторы записи, не имеющие полноценной операционной системы, по сравнению с программными блокираторами, являются более надёжными, потому что спроектированы так, что даже в случае возникновения ошибок не смогут физически осуществить запись на НЖМД [2]. Аппаратные дубликаторы данных в сравнении с их программными аналогами имеют значительно более высокие скорости копирования данных, встроенный блокиратор записи, простой и интуитивно понятный интерфейс управления, платформонезависимую реализацию. Таким образом, при проведении КТЭ НЖМД более оптимально использование аппаратных устройств.

Стоит отметить, что существующие на рынке дубликаторы имеют зарубежное происхождение, а их стоимость неоправданно высока для некрупных негосударственных экспертных учреждений. В связи с этим встает вопрос об исследовании возможности создания аппаратного дубликатора, который бы имел низкую себестоимость и реализовывал следующие функциональные возможности:

- реализация механизма создания копии НЖМД без возможности записи на оригинальный НЖМД на физическом уровне (криминалистически верная копия);
- генерация и верификация контрольных сумм секторов НЖМД;
- журналирование событий.

Одна из проблем, стоящих при создании дубликатора данных, — это выбор программируемого микроконтроллера (ПМ). Для достижения целей исследования требуется оценка ПМ по следующим критериям:

- тактовая частота процессора;
- объем оперативной памяти — для обеспечения максимально возможной скорости копирования;
- возможность работы без операционной системы (ОС) — для уменьшения вероятности сбоя блокировки записи при копировании НЖМД;
- средняя стоимость.

Для сравнения авторами были выбраны наиболее популярные и доступные ПМ: TM32F4, Teensy 3.6, Arduino Uno, Raspberry Pi Zero W. Результаты отражены в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристики программируемых микроконтроллеров**

Характеристики	TM32F4 Discovery	Teensy 3.6	Arduino Uno	Raspberry Pi Zero W
Тактовая частота процессора	168 МГц	180 МГц	16 МГц	1 ГГц
Объем оперативной памяти	192 Кб	256 Кб	2 Кб	512 Мб
Возможность работы без ОС	Нет	Нет	Нет	Да
Средняя стоимость	1700	2070	520	2490

С учетом заявленных требований наиболее подходящим ПМ является Teensy 3.6.

При решении поставленной задачи может возникнуть проблема чтения поврежденных секторов. Предусмотренное системное программное обеспечение на НЖМД возвращает сообщение об ошибке в случае, если значение бита достоверно неизвестно, следовательно, при считывании диск не сможет вернуть информацию с НЖМД. В качестве решения данной проблемы предполагается использование команды Read Long, благодаря которой верификация возвращаемой информации не осуществляется, а происходит считывание поврежденного сектора определенное количество раз и выбор наиболее часто встречающегося значения [3]. Данная команда поддерживается большинством современных НЖМД.

Помимо проблемы считывания поврежденных секторов, необходимо принимать во внимание и другие неустранимые факторы, которые могут приводить к искажению информации в процессе ее передачи и записи. С целью контроля таких искажений следует использовать механизм проверки целостности, основанный на контрольных суммах. При этом для эффективного детектирования искаженных битов оптимально вычислять контрольную сумму от каждого сектора НЖМД, а не общую ото всех секторов.

Последняя проблема, которую предстоит решить, — это самодостаточность и простота дубликатора. Устройство должно быть независимым от других устройств, а именно: снабжать питанием подключенные НЖМД, журналировать события и копировать данные самостоятельно. Следовательно, предположительная модель устройства должна выглядеть следующим образом: к дубликатору будут подключаться исходный и целевой НЖМД, информация с исходного будет проходить через дубликатор, где будет производится проверка на возможные ошибки считывания, на целевой НЖМД. Схема работы дубликатора представлена на рис. 1.

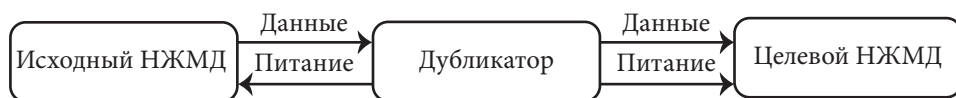


Рис. 1. Принципиальная схема дубликатора

Исходя из полученных данных можно сделать однозначный вывод о возможности и целесообразности создания аппаратного дубликатора на основе программируемого микроконтроллера с заявленным функционалом для небольших негосударственных экспертных учреждений. Считаем необходимым дальнейшее исследование данного вопроса и разработка прототипа дубликатора.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 31.05.2001 № 73-ФЗ (ред. от 08.03.2015) «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».
2. Menz M., Bress S. The Fallacy of Software Write Protection in Computer Forensics // MyKey Technology Inc. URL: <http://mykeytech.com/softwarewriteblocking2-4.pdf> (дата обращения: 15.11.2017).
3. Прокопенко С. Проблемы копирования данных с накопителей с дефектными секторами при производстве компьютерно-технических экспертиз // Лаборатория компьютерной криминалистики ЕПОС. URL: [http://www.epos.ua/cp/pf/publications/data/upimages/imaging-bad-sectors-computer-forensics\\_prokopenko.pdf](http://www.epos.ua/cp/pf/publications/data/upimages/imaging-bad-sectors-computer-forensics_prokopenko.pdf) (дата обращения: 15.11.2017).

УДК 004.056

**В. Ю. Кобяков, А. С. Лучинин, О. Н. Бузмакова**

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент А. С. Лучинин  
Уральский федеральный университет, Екатеринбург

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОБОЧНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, СОЗДАВАЕМОГО СКАНЕРОМ ШТРИХ-КОДОВ

*Аннотация.* В статье рассмотрена возможность корреляционной оценки информативности побочного электромагнитного излучения на примере сканера штрих-кодов. Полученные практические результаты доказывают обоснованность и целесообразность предложенного метода.

*Ключевые слова:* ПЭМИ; электромагнитное излучение; техническая защита информации.